FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1966 N°

THÈSE

POUR LE

292

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

Philippe BAUDOIN

né le 20 février 1941 à PARIS 19e

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le :

CONTRIBUTION A L'ETUDE RADIOLOGIQUE DE LA STATIQUE DU PIED

Président : M. S. de SEZE, Professeur.

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNEE 1966 N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

DIPLOME D'ETAT

PAR

Philippe BAUDOIN

né le 20 février 1941 à PARIS 19e

Ancien Externe des Hôpitaux de Paris

Présentée et soutenue publiquement le :

CONTRIBUTION A L'ETUDE RADIOLOGIQUE
DE LA STATIQUE DU PIED

Président : M. S. de SEZE, Professeur.

EDITIONS A.G.E.M.P. — 8, RUE DANTE - PARIS-Ve

UNIVERSITEITSBIBLIOTHEEK - LEIDEN

1/1/1966

PROFESSEURS HONORAIRES :

MM. Alajouanine (T.), Aubin (A.), Bénard (H.), Binet (L.), Bulliard (H.), Cathala (J.), Chabrol (E.), Chailley-Bert (P.), Debré (R.), Fey (B.), Galliard (H.), Gaudart d'Allaines (F. de), Gennes (L. de), Halphen (E.), Hazard (R.), Heuyer (G.), Laroche (G.), Lavier (G.), Lelong (M.), Lévy-Solal (E.), Lian (C.), Marchal (G.), Mathieu (P.), Monod (R.), Moreau (R.), Moulonguet (P.), Pasteur Vallery-Radot, Petit-Dutaillis (D.), Piédelièvre (R.), Quénu (J.), Renard (G.), Richet (C.), Senèque (J.), Strohl (A.), Tanon (L.), Verne (J.).

DOYEN	Georges BROUET.
1er ASSESSEUR	Daniel BARGETON
2e ASSESSEUR	Jean GOSSET

I. — PROFESSEURS

1° CHAIRES DE SCIENCES FONDAMENTALES

a) Professeurs titulaires :

	MM.
Anatomie	DELMAS (A.)
Anatomie et cytologie pathologiques	DELARUE (J.)
Anesthésiologie	BAUMANN (J.)
Bactériologie et virologie	TOURNIER (P.)
Biochimie médicale	JAYLE (M.-F.)
—	POLONOVSKI (J.)
Biologie appliquée à l'Education physique et aux Sports	MALMEJAC (J.)
Biologie médicale	FAUVERT (R.)
Biophysique médicale	BUGNARD (L.)
—	DOGNON (A.)
—	DJOURNO (A.)
Cancérologie médicale et sociale	DENOIX (P.)
Chimie pathologique	SCHAPIRA (G.)
Embryologie	TUCHMANN (H.)
Génétique fondamentale	LEJEUNE (J.)
Histoire de la médecine et de la chirurgie	COURY (Ch.)
Histologie	GIROUD (A.)
Hygiène et médecine préventive	BOYER (J.)
Médecine du Travail	DESOILLE (H.)
Médecine légale	DEROBERT (L.)
Microbiologie (Bactériologie et virologie)	FASQUELLE (R.)
Parasitologie	BRUMPT (L.-C.)
Pathologie chirurgicale	LAURENCE (G.)
—	KUSS (R.)
—	VERNE (J.-M.)
Pathologie exotique	N...
Pathologie expérimentale et comparée	MERKLEN (F.-P.)
Pathologie médicale	LAROCHE (Cl.)
—	BRICAIRE (H.)
—	PÉQUIGNOT (H.)
Pathologie respiratoire	TURIAF (J.)
Pathologie et thérapeutique générales	N...
Pharmacologie	CHEYMOL (J.)
—	LEVY (Mlle J.)
Physiologie	BARGETON (D.)
—	PARROT (J.)
Physiologie et pathologie obstétricales	LEPAGE (F.)
Radiologie médicale	DESGREZ (H.)

	MM.
Technique chirurgicale et Chirurgie expérimentale	CAUCHOIX (J.)
Thérapeutique	CONTE (M.)
Thérapeutique appliquée	LAMOTTE (M.)

b) Professeurs à titre personnel :

Anatomie anthropologique	OLIVIER (G.)
Anatomie pathologique	NEZELOF (Ch.)
Bactériologie	BARBIER (P.)
Biochimie médicale	DESGREZ (P.) DREYFUS (J.-Cl.)
Biologie médicale	SOURLIÈRE (F.)
Histologie	COUJARD (R.)
Parasitologie	LARIVIÈRE (M.)
Pathologie expérimentale	LOEPER (J.) RICHET (G.)
Physiologie	DEJOURS (P.) ROUCAYROL (J.-Cl.) SCHERRER (J.)
Physique médicale	KELLERSHOHN (L.) GOUGEROT (L.) TUBIANA (M.)
Radiologie médicale	FISCHGOLD (H.)

2° CHAIRES DE SCIENCES CLINIQUES

a) Professeurs titulaires :

		MM.
Clinique carcinologique chirurgicale (Necker)		REDON (H.)
Clinique cardiologique (Broussais)		SOULIÉ (P.)
— — (Boucicaut)		LENÈGRE (J.)
Cliniques chirurgicales	Beaujon	LORTAT-JACOB (J.-L.)
	—	N...
	Cochin	LEGER (L.)
	Hôtel-Dieu	PATEL (J.)
	Saint-Antoine	GOSSET (J.)
	Salpêtrière	SICARD (A.)
	Tenon	OLIVIER (Cl.)
Clinique chirurgicale orthopédique et traumatologique (Cochin)		MERLE d'AUBIGNÉ (R.)
— — — (Foch)		PADOVANI (P.)
Clinique de chirurgie infantile et orthopédique (Enfants-Malades)		FÈVRE (M.)
Clinique de chirurgie cardio-vasculaire (Broussais)		DUBOST (Ch.)
Clinique de chirurgie pleuro-pulmonaire (Laennec)		MATHEY (J.)
Clinique dermatologique (Saint-Louis)		DUPERRAT (F.)
Clinique endocrinologique (Pitié)		DECOURT (J.)
Clinique de Génétique médicale (Enfants-Malades)		LAMY (M.)
Clinique gynécologique (Broca)		HUGUIER (J.)
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques (Saint-Louis)		DEGOS (R.)
Clinique des maladies des enfants (Enfants-Malades)		TURPIN (R.)
Clinique des maladies infectieuses (Claude-Bernard)		MOLLARET (P.)
Clinique des maladies mentales et de l'encéphale (Sainte-Anne)		DELAY (J.)
Clinique des maladies métaboliques (Necker)		HAMBURGER (J.)
Clinique des maladies du sang (Broussais)		BERNARD (J.)
Clinique des maladies du système nerveux (Salpêtrière)		CASTAIGNE (P.)
Cliniques médicales	Bicêtre	DEPARIS (M.)
	Broussais	MILLIEZ (P.)
	Cochin	BROUET (G.)
	Hôtel-Dieu	BARIÉTY (M.)
	Lariboisière	SÈZE (S. de)
	Pitié	DREYFUS (G.)
	Saint-Antoine	KOURILSKY (R.)
	Saint-Antoine	BOUDIN (G.)

	MM.
Clinique d'hydrologie et de climatologie (Richat)	DEBRAY (Ch.)
Clinique médicale infantile et pédiatrie sociale (Enfants-Malades)	MARIE (J.)
Clinique médicale propédeutique (Broussais)	JUSTIN-BESANÇON (L.)
Clinique médico-sociale du diabète sucré et des maladies de la nutrition (Hôtel-Dieu)	DEROT (M.)
Clinique de neuro-chirurgie (Pitié)	DAVID (M.)
Clinique neurologique (Salpêtrière)	GARCIN (R.)
Cliniques obstétricales — Baudelocque	LACOMME (M.)
Cliniques obstétricales — Saint-Antoine	MERGER (R.)
Clinique obstétricale et gynécologique (Port-Royal)	VARANGOT (J.)
Clinique ophtalmologique (Hôtel-Dieu)	OFFRET (G.)
— — (Cochin)	BREGEAT (P.)
Clinique oto-rhino-laryngologique (Lariboisière)	AUBRY (M.)
Clinique de pédiatrie	MOZZICONACCI (P.)
Clinique de pédiatrie et de puériculture (Saint-Vincent-de-Paul)	THIEFFRY (S.)
Clinique de pneumo-phtisiologie (Laennec)	BERNARD (E.)
Clinique de neuro-psychiatrie infantile (Salpêtrière)	MICHAUX (L.)
Clinique de rhumatologie médicale et sociale (Cochin)	COSTE (F.)
Clinique stomatologique (Salpêtrière)	DECHAUME (M.)
Clinique thérapeutique chirurgicale (Vaugirard)	ROUX (M.)
Clinique thérapeutique médicale (Saint-Antoine)	LEMAIRE (A.)
Clinique toxicologique	GAULTIER (M.)
Clinique traumatologique et orthopédique (R.-Poincaré)	JUDET (R.)
Clinique urologique (Cochin)	ABOULKER (P.)
— — (Necker)	COUVELAIRE (R.)
Hygiène et clinique de la première enfance (Trousseau)	LAPLANE (R.)
Séméiologie médicale (A. Chantin)	DOMART (A.)
— — (Lariboisière)	BOUVRAIN (Y.)
— — (Pitié)	RAMBERT (P.)
— — (Rothschild)	WOLFROMM (R.)
Séméiologie et clinique chirurgicales (Broussais)	POILLEUX (F.)

b) Professeurs à titre personnel :

Hématologie	ANDRÉ (R.)
	BOUSSER (J.)
Hydrologie et climatologie	GIBERTON (A.)
Maladies infectieuses	BASTIN (R.)
Médecine	AZERAD (E.)
	BOUR (H.)
	CABROL (Ch.)
	GROSSIORD (A.)
	LAMBLING (A.)
	LAUNAY (Cl.)
	PAYET (M.)
	PERRAULT (M.)
	SIGUIER (F
	WORMS (R.)
Neuro-chirurgie	LE BEAU (J.)
Neurologie	LHERMITTE F.
Neuro-psychiatrie	PICHOT (P.)
Oto-Rhino-Laryngologie	MADURO (R.)
Pédiatrie	POLONOVSKI (Cl.)
	ROYER (P.)
Pneumo-Phtisiologie	KREIS (B.)
	MEYER (A.)
Rhumatologie	DELBARRE (F.)

II. — PROFESSEURS SANS CHAIRE

	MM.
Anatomie pathologique	BOUYGOU (Ch.)
Anesthésiologie	VOURC'H (G.)
Bactériologie	CHRISTOL (D.)
Biochimie médicale	CARTIER (P.) GONNARD (P.)
Biologie médicale	HARTMANN (L.)
Hématologie	BILSKI-PASQUIER (G.)
Maladies infectieuses	DUPONT (V.)
Physique médicale	COURSAGET (J.) GREMY (F.)
Physiologie	GIRARD (Fr.)
Stomatologie	CHAPUT (Mme A.)
Thérapeutique	CHASSAGNE (P.)

III. — PROFESSEURS DÉTACHÉS DANS LES UNIVERSITÉS ÉTRANGÈRES

Bactériologie	HAUDUROY (P.) Pr. s. ch
Pathologie chirurgicale	RUDLER (J.) Pr. s. ch.

IV. — PROFESSEUR ASSOCIÉ

Statistique médicale et épidémiologique	SCHWARTZ (D.)

Secrétaire général de la Faculté	M. LENA (J.)
Conseillers administratifs	Mlle CHAINTREUIL (G.) M. FAYE (R.)
Conservateur en Chef de la Bibliothèque Conservateur du Musée d'Histoire de la Médecine	M. le Docteur HAHN (A.)
Conservateurs	Mlles DUMAITRE (P.), LAURENT (H.), LE NOIR (G.),
Bibliothécaires	Mmes CONTET (J.), FORGET (F.), Mlles DUROZOY (M.-F.), ROBERGE (D.), Dr SCHILLER (J.)

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A ma Mère.

A ma Femme.

A mes Beaux-Parents.

A mes Amis.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544323_0011

A Monsieur le Professeur Stanislas DE SEZE.

Professeur de la Chaire de Clinique Médicale de l'Hôpital Lariboisière.

Médecin des Hôpitaux.

Officier de la Légion d'Honneur.

Nous le remercions de l'enseignement prestigieux de la rhumatologie dont il fait bénéficier ses élèves, et de l'honneur qu'il nous fait en acceptant la présidence de cette thèse.

A notre Jury de thèse.

A Monsieur le Docteur A. DJIAN.

Qui a guidé mes premiers pas radiologiques.

A Monsieur le Docteur A. DENIS.

Qui a sû nous intéresser aux problèmes radiologiques.

A Monsieur le Docteur C. ANNONIER.

Dont l'esprit inventif et brillant a été mis à contribution pour la réalisation de ce travail.

Aux Maîtres qui nous ont guidé au cours de nos études médicales :

Monsieur le Professeur M. BARIETY.

Monsieur le Professeur R. FAUVERT.

Monsieur le Professeur G. BROUET.

Monsieur le Professeur Agrégé J.P. BENHAMOU.

Monsieur le Professeur Agrégé P. BOIVIN.

CONTRIBUTION A L ETUDE RADIOLOGIQUE

DE LA

STATIQUE DU PIED

La multiplicité et la précision des diverses techniques radiologiques d'analyse du squelette du pied contraste avec l'absence de méthode globale d'étude des troubles statiques.

En effet, l'étude clinique des anomalies statiques du pied, qui comporte avant tout :

- l'appréciation de l'axe de l'arrière-pied matérialisé par la ligne achilléo-calcanéenne,
- l'étude des empreintes plantaires par la podoscopie,
- l'appréciation de la morphologie de l'avant-pied (étalement-avant-pied triangulaire),
- de la concavité de la voûte antérieure métatarsienne,
- de la formule de position des orteils,

suffit largement à établir un diagnostic certain et une thérapeutique efficace.

Par ailleurs, la complexité architecturale du squelette du pied rend difficile la définition radiologique d'anomalies cliniquement évidentes.

Cependant l'intérêt d'une étude radiologique de la statique du pied par une méthode simple et précise est bien évident :

- sur le plan diagnostique, cette étude permet la confirmation de troubles discrets suspectés cliniquement,
- sur le plan pathogénique, elle peut éclairer le mécanisme de production de ces anomalies,
- sur le plan évolutif, elle permet de garder des images

objectives, comparables dans le temps, et prises selon des coordonnées immuables,

- enfin, cette étude doit permettre un bilan chiffré des troubles statiques, et par ce caractère objectif, rendre plus facile la comparaison de dossiers de malades différents et leur classification statistique.

De nombreux auteurs et notamment en France, Lelièvre, Montagne et Galmiche ont jeté les bases de ce radiodiagnostic de la statique du pied. Les méthodes citées (radiographies en charge de face et de profil) sont cependant insuffisantes pour une solution complète du problème.

Nous inspirant des travaux antérieurs, nous proposons une méthode d'exploration radiologique de la statique du pied par trois clichés susceptible de déterminer un plan architectural d'ensemble suffisant.

Précisons :

- qu'il s'agit d'étudier uniquement la morphologie générale du pied et non d'analyser en détail des lésions osseuses et articulaires. Pour ces études structurales, il existe de multiples incidences bien codifiées auxquelles ne se substitue pas complètement la méthode proposée ;
- que cette méthode est seulement complémentaire de l'irremplaçable examen clinique auquel elle apporte une iconographie et la possibilité de mensurations.

oOo

LE PLAN DE CETTE ETUDE COMPORTE DEUX PARTIES :

I - LA METHODOLOGIE PROPOSEE

avec pour chacun des trois clichés, l'exposé du but recherché, de la technique de réalisation, la description de l'image obtenue et des constructions qu'elle permet.

II - LE RESULTAT DE L ETUDE DE 37 PIEDS

selon la méthode exposée : confrontation critique de l'examen clinique et de l'examen radiologique.

Ce travail a été réalisé au centre Viggo Petersen, dans le service de notre Maître le professeur S. de Sèze, à l'hopital Lariboisière, grâce aux malades que nous a confiés le Docteur A. Denis.

Les méthodes radiographiques ont été imaginées pour certaines, expérimentées et critiquées dans le département radiologique du service sous la direction du docteur A. Djian.

oOo

M E T H O D O L O G I E

I - PRINCIPES GENERAUX

Nous nous sommes astreints, au cours de notre expérimentation à rechercher des méthodes suffisamment simples pour passer dans la pratique courante et s'intégrer facilement dans le bilan radio-clinique "de routine" de la statique du pied.

L'obtention d'images strictement comparables entre elles nécessite une codification précise des coordonnées radiologiques.

Il va sans dire que l'étude statique du pied ne se conçoit qu'en station verticale. En effet, comme l'écrivent A. Djian et C. Annonier, "le pied statique n'est pas au repos. Chacun des os qui constituent son squelette est soumis à de nombreuses forces (répartition de la pesanteur-réaction du sol-tensions ligamentaires) dont la résultante est nulle." Seule l'étude du pied en charge permet d'apprécier l'équilibre de ces forces qui déterminent sa morphologie statique.

Enfin, une étude statique complète se doit d'être pratiquée selon les trois plans anatomiques fondamentaux de référence : plan frontal, plan sagittal, et plan horizontal ; c'est pourquoi notre étude comprend trois clichés : un dans chacun de ces plans.

Pour ces clichés, il est souhaitable de travailler à une distance focale aussi grande que possible (condition

facile à réaliser pour le pied) pour éviter les déformations géométriques.

II - LE CLICHE FRONTAL

a) But recherché

Sur un cliché frontal, en appui, l'intérêt est de pouvoir apprécier l'axe de l'arrière-pied en précisant la position en valgus ou en varus du talon.

Le problème radiologique n'est pas aussi simple à résoudre que le problème clinique :

- à l'examen du sujet debout, le clinicien, d'un coup d'oeil apprécie la ligne achilléo-calcanéenne formée par la saillie du tendon d'Achille et du calcaneum sous les téguments, dont les déformations rendent compte des troubles statiques de l'arrière-pied.
- le radiologiste rencontre d'autres difficultés qui le conduisent à rechercher d'autres critères d'appréciation de l'axe de l'arrière-pied.

Sur un cliché frontal classique, la lecture de l'astragale et du calcaneum est impossible du fait de la superposition des parties molles et du squelette tarso-métatarsien.

La tomographie passant par le plan bimalléolaire, verticalement, chez un sujet de bout, devrait permettre la construction précise de l'arrière-pied car la coupe tomographique passe par l'articulation tibio-tarsienne, la poulie astragalienne, l'articulation sous astragalienne, le calcaneum et son prolongement supero-interne. Mais cet examen de réalisation délicate, valable comme méthode de recherche, sort du cadre des examens de routine.

C'est pourquoi, nous proposons de repérer l'appui talonnier cutané au moyen de deux indexs métalliques

placés au contact de la peau de part et d'autre du talon. Une fois cet appui ainsi matérialisé, il est facile d'étudier la position des repères métalliques par rapport aux limites latérales de la poulie astragalienne toujours bien visibles sur le cliché frontal et d'en déduire par des mesures simples la déviation en varus ou valgus de l'arrière-pied.

b) Technique de réalisation

I° Le sujet est placé en appui statique sur une plateforme radiotransparente (bois) comportant une rainure d'encastrement de la cassette radiologique.

2° Le rayon incident normal doit passer par l'axe du quatrième métatarsien qui est habituellement perpendiculaire à l'interligne tibiotarsien, de façon à obtenir une image rigoureuse de l'articulation tibio-tarsienne de face. En pratique, on fait coïncider le rayon lumineux de centrage avec le quatrième orteil et le milieu de la cheville.

3° Le rayon incident normal passe dans le plan d'appui du pied.

4° Au contact de l'appui cutané talonnier, de part et d'autre, dans le plan rétro-malléolaire, on place sur la plateforme de bois, deux repères métalliques.

5° Le film (18 x 24) est placé verticalement, dans un plan frontal, en arrière et au contact du talon. Le bord inférieur de la cassette radiologique est dans la rainure de la plateforme, légèrement en contrebas par rapport au plan d'appui du pied ; l'image obtenue couvre par conséquent l'appui podal et montre toujours les repères.

6° La distance focale est de 150 cms ; les constantes radiologiques sont de détermination aisée.

c) L'image obtenue (fig. 1)

L'image obtenue associe sur le même cliché :

- l'image vraie de la tibio-tarsienne de face
- et l'image des index métalliques repérant l'appui talonnier au sol.

I° L'image vraie de la tibio-tarsienne de face. Le critère de réussite est la bonne visibilité des trois segments de l'interligne, habituelle lorsqu'on a pris soin de faire coïncider le rayon central et l'axe du quatrième métatarsien.

Cette image de la tibio-tarsienne de face en appui est intéressante, car elle permet :

- l'identification d'un diastasis selon les critères de Merle d'Aubigné,
- la mesure de l'angle d'inclinaison sur l'horizontale de l'interligne tibio-astragalien (fig. 2).
- le repérage des points e et i (fig. 1) respectivement angle externe et interne du tenon astragalien, qui servent à la construction de l'axe de l'arrière-pied.

2° L'image des repères métalliques toujours bien visibles, définit les points E et I, respectivement limite externe et interne de l'appui cutané talonnier au sol.

3° On peut ainsi tracer sur le cliché ou sur un calque des constructions géométriques simples dont nous étudierons les variations physiologiques et pathologiques :

- le quadrilatère e,E,I,i, dont le tracé schématise celui de l'arrière-pied ;
- la verticale mV tracée par le milieu m de la poulie astragalienne, qui coupe le plan d'appui EI en un point V ;

- la droite mM joignant les milieux des segments ci et EI.

III - LE CLICHE SAGITTAL

a) But recherché

Sur un cliché sagittal du pied en appui, l'intérêt est d'apprécier la morphologie des arches externe et interne de la voûte plantaire et de les mesurer.

En toute rigueur, pour éviter les déformations géométriques, l'arche externe devrait être étudiée et mesurée sur un profil externe, l'arche interne sur un profil interne.

L'expérience montre que les erreurs introduites par la mesure des deux arches sur le même cliché, sont minimes et varient en fait bien faiblement en fonction de l'ouverture de l'avant-pied, rendant acceptable une mesure relative et non corrigée de l'arche externe sur le profil interne.

b) Technique (fig. 3 - 3 bis)

La technique est celle du classique profil interne du pied et de la cheville en charge.

1° Le sujet est debout sur la plateforme, la cassette radiologique serrée entre les deux pieds.

2° La cassette (24 x 30) fixée par son bord inférieur dans la rainure de la plateforme, dépasse légèrement le plan d'appui du pied vers le bas.

3° Le rayon incident est horizontal, dans le plan d'appui, centré sur le milieu du pied (ce centrage nous parait une condition définitivement exigible).

4° La distance focale est de 150 cms.

c) L'image obtenue (fig. 5)

L'image obtenue est celle des arches plantaires

externe et interne parfaitement lisibles sur toute leur étendue.

I° L'arche interne partant des tubérosités plantaires du calcaneum (superposées sur le profil) rejoint le sustentaculum tali, passe sous l'astragale placé "en superstructure" (Destot) ; le scaphoïde en est le point culminant, puis l'arche interne redescend par le premier cunéiforme, le premier métatarsien et prend appui au sol par les sésamoïdes du gros orteil.

2° L'arche externe partant des tubérosités plantaires du calcaneum, suit le bord inférieur de cet os emprunte le cuboïde qui en est le point culminant, pour redescendre le long du cinquième métatarsien qui prend appui sur le sol par sa tête.

3° Les constructions proposées.

Renotte, Leroux et Colette ont fixé des bases intéressantes d'évaluation chiffrée des arches interne et externe de la voûte plantaire d'après ce cliché de profil en charge, et étudié le rapport entre la flèche et la base de chaque arche (formule pratique : f x 100/b)

Pour l'arche interne

- la base correspond au segment unissant le point le plus bas du calcaneum au point le plus bas des sésamoïdes du gros orteil ;
- la flèche est la perpendiculaire à cette base abaissée depuis le point le plus bas de l'articulation astragalo-scaphoïdienne ;
- le rapport (f x 100/b)varierait de 22 à 28.

Pour l'arche externe

- la base correspond au segment unissant le point le plus bas du calcaneum au point le plus bas de la tête du cinquième métatarsien ;

- La flèche est la perpendiculaire à cette base abaissée depuis le point le plus bas de l'articulation calcanéo-cuboïdienne ;
- le rapport (f x 100/b) varierait de 13 à 18.

De nombreuses autres constructions ont été proposées pour l'étude des déformations de la voûte plantaire; citons :

- La ligne de Schade, alignement des centres de la tête du premier métatarsien, du premier cunéiforme, du scaphoïde et du rebord marginal postérieur du pilon tibial ;
- La ligne de Feiss, alignement du point le plus bas de la tête du premier métatarsien, du point le plus bas du scaphoïde et du point le plus haut de l'astragale.

Montagne et Lelièvre estiment indispensable pour évaluer "la dénivellation fixée" caractéristique du pied creux, de corriger auparavant les déviations calcanéennes et lorsqu'il existe une déviation irréductible, de maintenir l'avant-pied dans le même degré de supination ou de pronation que le talon pour obtenir un profil interne strict. Nous n'avons pas suivi cette méthode parce qu'elle sort du cadre d'un examen simple facilement codifiable et que l'étude effectuée dans ces conditions n'est plus celle du pied en appui naturel.

Enfin il faut insister sur la valeur qu'aurait la mesure des angles que font les axes du calcaneum, du premier et du cinquième métatarsiens, soit avec l'horizontale, soit avec la verticale passant par l'articulation calcanéo-cuboïdienne (comme le propose Montagne) ; mais il est difficile et subjectif de déterminer l'axe du calcaneum de profil du fait de la conformation trapue de cet os.

C'est pourquoi nous nous sommes bornés aux mensu-

rations proposées par Renotte, Leroux et Colette et exposées au début de ce paragraphe, qui ont à leur avantage efficacité et simplicité.

Utilisant la même construction, nous avons également mesuré l'angle au sommet de l'arche interne (P. S. A.) (fig. 5) qui nous a paru constituer une donnée facile à mesurer et fidèle.

IV - LE CLICHE HORIZONTAL

a) But recherché

L'idéal d'une étude radiologique de la statique du pied sur un cliché horizontal est de pouvoir superposer sur la même image :

- la projection du squelette du pied "vu d'en haut", en effaçant par un artifice technique la projection de la jambe,
- et l'empreinte plantaire telle que la voit le clinicien au podoscope.

b) Technique de la radiographie du pied total de face (fig. 4)

Deux méthodes permettent d'obtenir sur un cliché la projection du squelette du pied vu d'en haut en effaçant l'ombre de la jambe :

I° Dans la méthode bifocale de Massy, Leroux et Colette, le sujet reste immobile, le pied posé à plat sur la plaque ; le tube à Rx est successivement obliqué d'un angle de 15 ° vers l'arrière, puis vers l'avant ; on soumet le cliché à deux expositions successives en gardant la même visée (milieu de la face dorsale du pied). Cahoon utilise une variante qui consiste à incliner le tube de 20° vers l'arrière puis de 10° vers l'avant.

2° La technique décrite par de Sèze, Djian et Mallégol ne mobilise pas le foyer de Rx et conserve une position fixe du tube, avec un rayon vertical, un centrage unique : le premier interligne cunéo-métatarsien. Comme dans la technique précédante, deux expositions sont faites sur le même film :

- la première, un pas en arrière,
- la seconde, un pas en avant sans que l'appui du pied à radiographier ne change.

3° Pour l'étude de la statique du pied, le choix entre les deux méthodes paraissait n'avoir qu'un intérêt de commodité. On peut objecter à la seconde méthode l'appui unipodal, les deux positions successives du pied dans des conditions différentes de l'appui statique normal. L'expérience nous a cependant fait préférer cette seconde méthode à foyer fixe : en effet malgré l'avantage indubitable de la méthode bifocale d'être réalisée en appui statique physiologique, elle a le défaut fondamental de la difficulté presque insurmontable de centrer les deux rayons exactement sur le même point, et ainsi "d'escamoter" souvent l'image d'une partie du squelette du pied qui se trouve raccourcie de 2 à 3 centimètres au dépens principalement du médiotarse.

c) L'image de l'empreinte plantaire

L'idée d'obtenir l'image photographique de l'empreinte plantaire est dûe à l'école espagnole d'Arandes et Viladot.

I° Les photopodogrammes sont obtenus en badigeonnant la plante des pieds des sujets avec du révélateur non irritant ; le sujet reste debout directement sur le papier photographique, en chambre noire, pendant trente secondes : puis le cliché est fixé et lavé.

2° Le radiophotopodogramme est dû à Roig Puerta et Viladot. Il associe à la méthode précédente, la radiographie du squelette du pied total vu d'en haut selon l'une des deux techniques précédemment décrites.

Les images ainsi obtenues sont d'une très grande finesse ; non seulement on peut déterminer sur le cliché le contour de l'empreinte plantaire, mais encore tous les sillons de la surface cutanée sont nettement visibles et on peut localiser sur le cliché la position d'une lésion cutanée (durillon) par rapport au squelette du pied, ce qui a un intérêt considérable pour la podologue.

Mais cette méthode admirable est de réalisation difficile : les clichés doivent être pris en chambre noire, à la lumière rouge ; il faut badigeonner les pieds du sujet de révélateur.

3° Une méthode plus simple proposée par A. Djian et C. Annonier, peut être utilisée : applicable en lumière normale avec des films en cassette. Elle donne cependant des images moins fines permettant seulement de déterminer le contour de l'empreinte, ce qui nous parait suffisant en pratique courante.

Il s'agit de placer le pied du sujet debout sur une mince couche de gélobarine diluée : la gélobarine est chassée de la zone d'appui dont elle dessine le contour.

d) Réalisation (fig. 4)

I° La cassette (24 x 30) est mise à plat sur le sol.

2° Une cuvette en plastique radiotransparente de mêmes dimensions est placée sur la cassette ; elle contient une mince couche de gélobarine diluée.

3° Le sujet est debout, en appui bipodal, le pied à

radiographier reposant sur le fond de la cuvette ; pour la première exposition, le sujet recule le pied non radiographié ; pour la seconde, il fait un pas en avant ; le pied à radiographier ne bouge pas.

4° Le rayon incident central est vertical pour les deux expositions, centré sur l'interligne premier cunéiforme-premier métatarsien.

5° La distance focale est la plus grande possible (2 m).

Il est utile de commenter au préalable la technique au malade.

e) L'image obtenue

I° L'image de l'empreinte plantaire permet la mesure de la largeur de la bande d'appui externe, l'étude des empreintes des orteils.

2° L'image du squelette du pied total en charge, vu d'en haut permet d'apprécier :

- l'angle d'ouverture de l'avant-pied, angle formé par les axes des premier et cinquième métatarsiens. (fig. 6)
- la formule de la topographie des têtes métatarsiennes sur laquelle Lelièvre a insisté dans l'étude du déterminisme des métatarsalgies statiques.
- enfin, ce cliché permet de tracer le triangle d'appui en joignant les trois points d'appui au sol de la voûte plantaire : appui calcanéen appui sur la tête du premier métatarsien, appui sur la tête du cinquième métatarsien. Pour que le membre inférieur soit en équilibre harmonieux, il faut que la ligne de gravité de ce membre, qui passe par la tête fémorale et l'échancrure

intercondylienne, aboutisse à l'intérieur de ce triangle d'appui. L'impossibilité de déterminer l'impact de cette ligne sur le plan d'appui nous a fait délaisser l'étude de ce triangle. Son angle au sommet postérieur varie en fonction de l'ouverture de l'avant-pied, mais il nous parait plus simple et plus direct de mesurer l'angle des axes des premier et cinquième métatarsiens.

oOo

R E S U L T A T

D E

L E T U D E D E 3 7 P I E D S

Les sujets qui nous ont été confiés appartiennent à deux groupes de malades :

- le premier groupe, le plus important est composé de malades provenant de la consultation de podologie du service (Dr. A. Denis) où ils ont été examinés soit pour des douleurs liées à des troubles statiques du pied, soit pour juger du retentissement d'une affection rhumatismale sur le pied.
- le second groupe est composé de témoins ne souffrant pas des pieds : l'examen podologique de ces sujets a été normal ou a révélé des troubles statiques latents.

L'étude a comporté pour chaque pied examiné, la recherche clinique de troubles statiques, et les trois clichés décrits.

Ainsi cette série a abouti à l'examen de III clichés, à la réalisation de III constructions sur calque, a nécessité plus de 400 mesures de longueurs et d'angles.

oOo

I — ETUDE DU CLICHE FRONTAL

a) Les mensurations effectuées

Sur chaque cliché frontal, le quadrilatère e,i,E,I déjà décrit a été tracé, ainsi que les droites mV et mM.

Nous avons mesuré la longueur des segments de droite E V , E I et V I ; ainsi que l'angle d'inclinaison de la tibio-tarsienne sur l'horizontale et l'angle V m M, angle d'inclinaison sur la verticale de l'axe radiologique de l'arrière-pied m M.

1° Nous avons cherché à trouver l'expression chiffrée la plus précise des variations physiologiques et pathologiques de la statique de l'arrière-pied, en étudiant systématiquement :
- le rapport E V / E I
- le rapport V I / E V
- l'angle d'inclinaison sur l'horizontale de la tibio-tarsienne
- l'angle V m M.

Pour la commodité d'expression des résultats, les angles sont mesurés algèbriquement : leur valeur est positive si ils tendent vers le valgus, négative si ils tendent vers le varus de l'arrière-pied. Les rapports E V / E I et V I / E V sont exprimés non pas directement mais sous la forme (EV/EI)x 100 et (VI/EV)x 100 pour obtenir des nombres de deux chiffres d'expression aisée.

2° Nous avons également cherché un moyen d'évaluation schématique mais rapide de la statique de l'arrière-pied, en étudiant systématiquement la forme du quadrilatère d'appui de l'arrière-pied e,i,I,E.

b) Le résultat de ces mensurations

On peut répartir les pieds examinés en trois groupes selon que l'axe de l'arrière-pied était cliniquement normal, en valgus ou en varus.

I° Axe de l'arrière-pied normal

Ce groupe comprend 17 pieds : 14 mesures ont été conservées, échappant à toute critique technique.

La forme du quadrilatère d'appui de l'arrière-pied dans ces 14 cas, est celle d'un trapèze (fig.7a) ayant pour grande base, l'appui talonnier E I, pour petite base la poulie astragalienne e i et dont les côtés sont obliques divergents, l'externe (e E) toujours plus que l'interne (i I).

La valeur des résultats chiffrés pour chaque observation est exprimée dans le tableau (I) ; l'examen de ce tableau montre que :

- la valeur moyenne du rapport (EV/EI)x 100 est de 65 avec des valeurs extrêmes de 60 et 73 ;
- la valeur moyenne du rapport (VI/EV)x 100 est de 54 avec des valeurs extrêmes de 38 et 66 ;
- la valeur moyenne de l'angle d'inclinaison de la tibio-tarsienne (angle n° 1) est de + 1° avec des valeurs extrêmes de - 3° et + 7° ;
- la valeur moyenne de l'angle d'inclinaison de l'axe de l'arrière-pied sur la verticale V m M (angle n° 2) est de + 6° avec des valeurs extrêmes de + 4° et + 10°.

2° Arrière-pied en valgus

Ce groupe comprend 17 pieds ; 16 dossiers permettent des mesures rigoureuses. Parmi ces 16 pieds, on peut distinguer deux sous-groupes cliniques :

- dans le premier, le valgus calcanéen est cliniquement discrèt (7 pieds) ;

T A B L E A U I

AXE DE L'ARRIERE-PIED NORMAL

N° de l'observation	(EV/EI) x I00	(VI/EV) x I00	Angle I	Angle 2	Soustr. angle (2-I)
I	67	49	-3°	+10°	+13°
2	70	42	0°	+ 9°	+ 9°
3	64	56	0°	+ 5°	+ 5°
4	70	47	+1°	+ 6°	+ 5°
5	63	58	+2°	+ 4°	+ 2°
6	60	66	0°	+ 4°	+ 4°
7	69	44	+4°	+ 7°	+ 3°
8	63	58	-2°	+ 5°	+ 7°
9	60	65	+4°	+	0°
I0	6I	60	-2°	+ 5°	+ 7°
II	60	65	+2°	+ 4°	+ 2°
I2	67	49	0°	+ 6°	+ 6°
I3	73	38	-2°	+ 8°	+I0°
I4	66	52	+7°	+ 6°	- I°
Moyennes	65	54	+I°	+ 6°	+ 5°
Valeurs	60	38	-3°	+ 4°	///////
	&	&	&	&	///////
extrêmes	73	66	+7°	+I0°	///////

ANGLE I : angle d'inclinaison de la tibio-tarsienne sur l'horizontale

ANGLE 2 : angle M m V : inclinaison sur la verticale de l'axe M m de l'arrière-pied.

- dans le second, le valgus est cliniquement important (9 pieds).

La forme du quadrilatère d'appui de l'arrière-pied diffère dans ces deux sous-groupes :

- dans la première série (valgus calcanéen discret), sur 7 pieds, 7 fois le quadrilatère a une forme bien particulière (fig. 7 bis) caractérisée par l'existence d'un angle droit en I : c'est un trapèze rectangle ;
- dans la seconde série (valgus calcanéen important), sur 9 pieds, 7 fois le quadrilatère est particulier par le fait que le côté interne i I est incliné dans le même sens que le côté externe e E ; l'angle I est obtus ; (fig. 7c); une fois, il est du type "valgus discret", une fois, du type "axe normal" (c'est le seul cas discordant de la clinique).

La valeur des résultats chiffrés est exprimée au tableau II ; la lecture de ce tableau montre les faits suivants :
dans la série des valgus discrets de l'arrière-pied,

- la valeur **moyenne** du rapport (EV/EI)x 100, est de 72, avec des valeurs extrêmes de 70 et 74 ;
- la valeur moyenne du rapport (VI/EV)x 100, est de 38 avec des valeurs extrêmes de 34 et 41 ;
- la valeur moyenne de l'angle n° 1 est de 2° 5 avec des valeurs extrêmes de - 1° et + 5° ;
- la valeur moyenne du valgus radiologique de l'arrière-pied (angle n° 2) est de 9° 5 avec des valeurs extrêmes de + 8° et + 11°.

dans la série des valgus importants de l'arrière-pied :

- la valeur moyenne du rapport (VI/EV)x 100 est de 31,5 avec des valeurs extrêmes de 20 et 45 ;

- la valeur moyenne du rapport (EV/EI)x 100 est de 76 avec des valeurs extrêmes de 69 et 83 ;
- la valeur moyenne de l'angle n° I est de + I° avec des valeurs extrêmes de - 6° et + 6° ;
- la valeur moyenne de l'angle n° 2 est de 10° 5 avec des valeurs extrêmes de + 9° et 14°.

3° Arrière-pied en varus

Ce groupe ne comprend que 3 pieds.

La forme du quadrilatère d'appui de l'arrière-pied est la même que celle du trapèze asymétriques qui caractérise le pied normal ; mais le quadrilatère des varus semble plus symétrique, c'est-à-dire avoir une obliquité des côtés plus égale.(fig.7d)

La valeur des résultats chiffrés est exprimée au tableau III ; le caractère réduit de cette série lui enlève toute valeur statistique ; on remarquera cependant que :

- la valeur moyenne du rapport (EV/EI)x 100 est de 59 avec des valeurs extrêmes de 58 et 60 ;
- la valeur moyenne du rapport (VI/EV)x 100 est de 69 avec des valeurs extrêmes de 68 et 71 ;
- la valeur moyenne de l'angle n° 1 est de + 2° avec des valeurs extrêmes de - 3° et + 9° ;
- la valeur moyenne de l'angle n° 2 est de + 4° avec des valeurs extrêmes de + 3° et + 4°.

c) Interprétation de ces résultats

I° La forme du quadrilatère d'appui de l'arrière-pied ; son appréciation qualitative constitue un moyen visuel schématique, mais rapide et relativement fidèle pour évaluer la statique de l'arrière-pied ; nous avons vu les différentes possibilités :

T A B L E A U I I

AXE DE L'ARRIERE-PIED EN VALGUS

	N° de l'observation	(EV/EI) x 100	(VI/EV) x 100	angle I	angle 2	soustr. angle (2-I)
VALGUS DISCRET	18	71	41	+ 2°	+ 8°	+ 6°
	19	73	38	- 1°	+ 9°	+10°
	20	74	34	+ 4°	+11°	+ 7°
	21	73	37	+ 2°	+10°	+ 8°
	23	70	41	+ 3°	+ 9°	+ 6°
	24	73	36	+ 3°	+ 9°	+ 6°
	25	71	40	+ 5°	+ 9°	+ 4°
	Moyennes:	72	38	+ 2°5	+ 9°5	/////////
	valeurs extrêmes:	70 & 74	34 & 41	- 1° & + 5°	+ 8° & +11°	/////////
VALGUS IMPORTANT	26	75	32	+ 3°	9°	+ 6°
	27	73	39	- 5°	9°	+14°
	28	76	30	+ 1°	10°	+ 9°
	29	79	24	+ 5°	13°	+ 8°
	30	83	20	+ 5°	14°	+ 9°
	31	77	30	+ 6°	11°	+ 5°
	32	69	45	+ 5°	11°	+ 6°
	33	80	24	- 3°	10°	+13°
	37	72	40	- 6°	9°	+15°
	Moyennes:	76	31,5	+ 1°	+10°5	/////////
	valeurs extrêmes:	69 & 83	20 & 45	- 5° & + 6°	+ 9° & +14°	/////////

T A B L E A U I I I

AXE DE L'ARRIERE-PIED EN VARUS

N° de l'observation	(EV/EI) x 100	(VI/EV) x 100	angle I	angle 2	angle (2-I)
34	60	68	- 3°	+ 4°	+ 7°
35	59	68	0°	+ 3°	+ 3°
36	58	71	+ 9°	+ 4°	- 5°
Moyennes	59	69	+ 2°	+ 4°	/////////
valeurs extrêmes	58 & 60	68 & 71	- 3° & + 9°	+ 3° & + 4°	/////////

- un trapèze légèrement asymétrique avec un côté externe plus oblique que l'interne est le fait d'une statique normale ;
- un trapèze symétrique semble le fait d'un arrière-pied en varus ;
- un trapèze rectangle témoigne d'un valgus discret de l'arrière-pied ;
- un quadrilatère dont les deux côtés sont de même obliquité externe descendante, traduit un valgus important de l'arrière-pied.

2° Le rapport (EV/EI)x 100

Ce rapport constitue la mesure la plus fidèle ; on peut dire que :

- si sa valeur est inférieure à 60, l'arrière-pied est en varus ;
- si sa valeur est de 60, l'axe de l'arrière-pied est à la limite entre le varus et une valeur normale ;
- si sa valeur est comprise entre 60 et 70, la statique de l'arrière-pied est normale ;
- si sa valeur est de 70, l'arrière-pied est à la limite du valgus ;
- si sa valeur excède 70, l'arrière-pied est en valgus ; il s'agit d'un valgus important au-dessus de 75.

En adoptant ces chiffres on ne rencontre que deux discordances pour 33 pieds par rapport à la clinique (observations 13 et 32), soit 6 % d'erreur. Précisons que dans l'observation 13, la clinique indique une statique de l'arrière-pied normale et la podométrie radiologique un valgus discret ; dans l'observation 32, la clinique relève un valgus important et la radiologie, un pied-limite.

3° Le rapport (VI/EV)x 100

Ce rapport apparait peu précis : on a vu que pour une statique normale de l'arrière-pied, les valeurs en variaient de 38 à 66 ; pour un valgus important de 20 à 45.

Nous ne pensons donc pas que cette mesure mérite d'être retenue.

4° Les mesures d'angle

La mesure de l'inclinaison de l'axe radiologique de l'arrière-pied (angle n° 2) est relativement fidèle.

- sa valeur normale moyenne est de + 6° ; c'est-à-dire qu'à l'état physiologique, il existe un valgus de l'arrière-pied de 6° ;
- On peut considérer les chiffres de + 4° et + 8° comme les limites supérieures et inférieures de la normale ;
- au-dessous de + 4°, il existe un varus de l'arrière-pied ; au-dessus de + 8°, un valgus pathologique ; au-dessus de 10°, il s'agit d'un valgus important.

La valeur moyenne de l'inclinaison de la tibio-tarsienne sur l'horizontale (angle n°1) ne semble pas varier en fonction de la statique de l'arrière-pied. En effet nous avons vu que cette moyenne est de + 1° pour une statique normale, de 2° 5 pour un valgus discret, de 1° pour un valgus important et de 2° pour un varus.

Pourtant, cette inclinaison est sujette à de grandes variations d'une observation à l'autre : ses valeurs extrêmes vont de - 6° à + 9°, ce qui représente des différences considérables.

Il est intéressant de comparer la valeur de

cette inclinaison avec l'angle M m V (angle n° 2) qui est un reflet assez fidèle de la statique, comme nous venons de le voir.

La mesure qui traduit le mieux cette comparaison, est le résultat de la soustraction :

angle n° 2
- angle n° 1.

Ce résultat est exprimé dans la colonne de droite des tableaux I, II et III. Ce chiffre est la mesure de l'angle de l'axe m M avec une perpendiculaire à la tibio-tarsienne et exprime la statique vraie de l'arrière-pied par rapport au tibia, alors que l'angle M m V exprime la résultante des troubles statiques du tibia et de l'arrière-pied.

La valeur moyenne de cette mesure est de + 5° et on peut dire que dans un arrière-pied strictement normal, le valgus physiologique de 6° est dû pour I° à l'inclinaison de la tibio-tarsienne et pour 5° au valgus vrai de l'arrière-pied ; c'est le cas des observations 3, 4 et 12.

Parfois, l'obliquité de la tibio-tarsienne varie dans le même sens que celle de l'arrière-pied, par exemple :

- dans l'observation 20, un valgus de la tibio-tarsienne (+ 4°) s'ajoute à un valgus vrai de l'arrière-pied (7°), pour aboutir à un valgus résultant de l'arrière-pied (11°).
- dans l'observation 29, un valgus de la tibio-tarsienne (5°) s'ajoute à un valgus vrai de l'arrière-pied (8°) pour aboutir à un valgus résultant de l'arrière-pied (13°).
- dans l'observation 35, il existe un varus (angle M m V de + 3°) résultant d'une obliquité nulle de la tibio-tarsienne, et d'un varus vrai de l'arrière-pied (+ 3° au lieu de + 5°).

Parfois, au contraire, l'obliquité de la tibio-tarsienne varie en sens inverse de celle de l'arrière-pied ; le résultat étant une statique de l'arrière-pied tantôt normale, tantôt en valgus ou en varus ; cette éventualité fréquente fait suggérer l'hypothèse d'une compensation des troubles statiques d'origine tibiale (genu valgum, arcature, tibiale), au niveau de l'arrière-pied. Le mécanisme compensateur se situe, soit au niveau de l'astragale, soit au niveau de la sous-astragalienne. La pratique systématique de tomographies frontales passant par la tibio-tarsienne et la sous-astragalienne devrait permettre de résoudre ce problème. Parmi nos observations, certaines illustrent bien cette éventualité :

- dans l'observation 8, une obliquité en varus de la tibio-tarsienne (- 2°) est compensée par un discret valgus vrai de l'arrière-pied (+ 7°) aboutissant à une statique résultante normale de l'arrière-pied (+ 5°).
- dans l'observation 14, un fort valgus de la tibio-tarsienne (+ 7°) est compensé par un important varus vrai de l'arrière-pied (- I° au lieu de +5°) la résultante est une valeur normale de l'angle M m V (6°).
- dans l'observation 27, un varus important (- 5°) de la tibio-tarsienne dû à une arcature tibiale familiale est compensé par un valgus vrai considérable de l'arrière-pied (14°) ; la statique résultante de l'arrière-pied est un valgus cliniquement visible et radiologiquement mesurable (angle M m V = 9°) mais la malformation est parfaitement indolore : il semble que le valgue de l'arrière-pied ramène l'axe des pesées dans l'aire du triangle d'appui.

- dans l'observation 36, chez une malade atteinte de polyarthrite rhumatoïde, il existe une obliquité importante de la tibio-tarsienne en valgus (9°) dûe à un genu valgum sus-jacent ; un varus vrai considérable de l'arrière-pied (- 5° au lieu de + 5°) fait que la résultante de ces troubles est un varus discret (angle M m V = +4°, limite inférieure de la normale).
- dans l'observation 37, un varus important de la tibio-tarsienne dû à un cal vicieux d'une fracture spiroïde du tiers inférieur de la jambe datant de quinze ans est compensé par un important valgus vrai de l'arrière-pied (13°).

Enfin, une quatrième éventualité fréquente est qu'un trouble statique peut être dû exclusivement à une anomalie statique du tibia, ou exclusivement à une anomalie de l'arrière-pied ; par exemple :

- dans l'observation 28, le valgus n'est dû qu'à une anomalie de l'arrière-pied, la tibio-tarsienne a une statique normale.
- dans l'observation 31, le valgus de l'arrière-pied est dû uniquement à l'inclinaison de la tibio-tarsienne (+6°) alors que l'angle de l'axe de l'arrière-pied avec la tibio-tarsienne est rigoureusement normal.

oOo

II - ETUDE DU CLICHE SAGITTAL

Sur 37 clichés, nous en avons écarté deux pour des raisons techniques. Les mensurations effectuées sont celles proposées par Renotte, Leroux et Colette ; nous y avons ajouté la mesure de l'angle au sommet de l'arche interne P S A.

a) Résultat des mensurations

On peut répartir les pieds examinés en trois groupes, selon que l'examen podoscopique révèle une voûte normale, un pied creux ou un pied plat.

I° Voûte plantaire normale

Ce groupe comprend 15 pieds ; le résultat des mensurations est exprimé au tableau IV. La lecture de ce tableau montre que :

- la valeur moyenne du rapport (fx100/b) est pour l'arche interne, de 25 avec des chiffres extrêmes de 22 et 27.
- la valeur moyenne du rapport (fx100/b) est pour l'arche externe, de 15,5 avec des valeurs extrêmes de 11 et 21.
- la valeur moyenne de l'angle au sommet de l'arche interne est de 124°5 avec des valeurs extrêmes de 121° et 130°.

2° Pieds creux

Ce groupe comprend 12 pieds ; les résultats sont exprimés au tableau V. La lecture de ce tableau montre que :

- la valeur moyenne du rapport (fx100/b) est, pour l'arche interne de 30 avec des valeurs

T A B L E A U I V

VOUTE PLANTAIRE NORMALE

N° de l'observation	arche interne fxI00/b	arche externe fxI00/b	angle au sommet de arche interne
5	24	I8	I25°
6	25	I4	I25°
7	26	II	I22°
8	25	I3	I23°
9	22	I7	I30°
I0	24	I4	I26°
II	27	I3	I2I°
I8	25	2I	I22°
I9	27	20	I24°
25	26	I6	I26°
26	24	I4	I26°
27	26	I6	I2I°
28	23	I5	I26°
33	24	I8	I25°
36	26	I6	I24°
Moyennes	25	I5,5	I24°5
valeurs extrêmes	22 & 27	II & 2I	I2I° & I30°

T A B L E A U V

P I E D S C R E U X

N° de l'observation	arche interne fxI00/b	arche externe fxI00/b	angle au sommet de arche interne
2	29	I8	II7°
3	32	26	II3°
4	30	24	II3°
I2	30	27	II3°
I3	32	25	II4°
I6	3I	I8	II5°
I7	29	I8	II8°
2I	30	I6	II6°
23	32	I8	II3°
34	26	I7	II8°
35	30	2I	II3°
37	28	I8	II5°
moyennes	30	20,5	II5°
valeurs extrêmes	26 & 33	I6 & 27	II3° & II8°

extrêmes de 26 et 33.

- la valeur moyenne du rapport (fx100/b) est, pour l'arche externe de 20,5 avec des valeurs extrêmes de 16 et 27.
- la valeur moyenne de l'angle au sommet de l'arche interne est de 115° avec des valeurs extrêmes de 113° et 118°.

3° Pieds plats

Ce groupe de 8 pieds, comprend 2 pieds plats degré 3, et 6 pieds plats degré I ; les résultats sont exprimés au tableau VI ; la lecture de ce tableau montre que :

- la valeur moyenne du rapport (fx100/b) est pour l'arche interne de 19, avec des valeurs extrêmes de 12 et 24.
- la valeur moyenne du rapport (fx100/b) est pour l'arche externe de 11, avec des valeurs extrêmes de 7 et 17.
- la valeur moyenne de l'angle au sommet de l'arche interne est de 137° avec des valeurs extrêmes de 126° et 150°.

b) Interprétation des résultats

I° Les rapports (flèche x 100/base)

Le rapport (fx100/b) de l'arche interne parait une mesure fidèle ; nos résultats confirment ceux de Renotte, Leroux et Colette, et nous pensons qu'il faut garder 22 et 28 comme valeurs physiologiques limites. Si le rapport excède 28, le pied radiographié est un pied creux ; si le rapport est inférieur à 22, il s'agit d'un pied plat. En adoptant

T A B L E A U V I

P I E D S P L A T S

N° de l'observation	arche interne fxI00/b	arche externe fxI00/b	angle au sommet de arche interne
I	I2	I0	I50°
I5	I2	7	I50°
20	2I	I7	I35°
22	2I	8	I35°
24	24	I5	I26°
29	22	I2	I29°
3I	2I	I2	I3I°
32	I7	9	I40°
moyennes	I9	II	I37°
valeurs extrêmes	I2 & 24	7 & I7	I26° & I50°

ces valeurs limites, on trouve dans notre série, quatre discordances entre les résultats des mensurations et la clinique ; encore s'agit-il de pieds-limites (observations 24 - 29 - 34 et 37).

Le rapport (fx100/b) de l'arche externe est une mesure infidèle pour la détermination de la voûte plantaire ; en adoptant les valeurs limites de 13 et 18 proposées par les auteurs belges, nous relevons 7 discordances dans notre série de 35 clichés (20 %), ce qui est tout à fait excessif (observations 7 - 18 - 19 - 21 - 24 - 29 et 37). Ce rapport traduit seulement les variations de l'arche externe qui ne sont pas strictement parallèles à celles de la voûte plantaire considérée dans son ensemble.

La mesure de l'angle au sommet de l'arche interne nous est apparue par contre comme la plus sûre et la plus facile à effectuer (simple lecture d'angle ne nécessitant aucun tracé).

Rappelons que le sommet de cet angle est le point le plus bas de l'articulation astragalo-scaphoïdienne, et que ses côtés passent respectivement par le point le plus bas du calcaneum et le point le plus bas des sésamoïdes du gros orteil.

La valeur moyenne de cet angle est de 124°5 et on peut le considérer comme physiologique entre 120°5 et 128°5 ; en adoptant ces valeurs limites, on ne rencontre que deux discordances radiocliniques dans notre série de 35 clichés (moins de 6 %) (observations 9 et 24).

oOo

III - ETUDE DU CLICHE HORIZONTAL

Sur le cliché horizontal, nous avons étudié systématiquement l'image de l'empreinte plantaire et l'angle d'ouverture de l'avant-pied (formé par les axes des premier et cinquième métatarsiens).

a) L'image de l'empreinte plantaire

Ces images sont susceptibles de fournir une belle iconographie (planche 2) mais elles apparaissent pour l'heure moins fidèles pour l'appréciation de la voûte plantaire que l'étude du cliché sagittal et plus difficiles à interpréter que les aspects de la podoscopie clinique.

Pour bien interpréter l'image obtenue, il est nécessaire d'en préciser le mode de formation.

I° Mode de formation des images (fig. 8a)

Le cerne nettement visible qui circonscrit l'image de l'empreinte plantaire sur les clichés, correspond au ménisque que forme la baryte par capillarité ;

- dans les zones où le relief est en pente douce (voûte), le ménisque est étalé et siège très à distance de la limite de l'appui : c'est ainsi que la bande intermédiaire va apparaître considérablement élargie car la baryte va combler le vide qui existe entre la voûte plantaire et le sol ;
- dans les zones où le relief est abrupt (talon-avant-pied), le ménisque peut être confondu avec la limite de la zone d'appui ;

- la limite de l'appui plantaire vrai correspond à la limite interne de la couche de baryte située sous la voûte plantaire, mais cette limite est souvent imprécise, et rendue discutable du fait de l'importante épaisseur des parties molles sus jacentes.

2° Les images obtenues (fig. 8b)
C'est donc en ayant présent à l'esprit ce mode de formation de l'image qu'il faut interpréter les clichés :

- l'image de l'empreinte du pied normal est facile à reconnaître avec de bonnes constantes radiologiques choisies de manière à ce que la limite interne de la baryte qui s'insinue sous la voûte plantaire soit nettement visible ; malheureusement, il n'en est pas toujours ainsi et il est parfois difficile de choisir des constantes permettant une bonne visibilité de l'empreinte et du squelette ;
- l'image d'un pied creux degré I ou 2 est difficile à différencier de l'image de l'empreinte d'un pied normal car la largeur de la bande externe est imprécise ; la ligne opaque dessinant le ménisque sous la voûte plantaire est mieux définie et plus concave que dans un pied normal ;
- l'image d'un pied très creux est souvent démonstrative, car la baryte s'insinue sous la bande externe qu'elle interrompt ; cette image est nette car les parties molles du bord externe du pied sont minces ;
- l'image d'un pied plat est facile à reconnaître avec une certaine habitude : la ligne opaque du ménisque suit le bord interne du pied ; la baryte

ne s'insinue pas sous la voûte plantaire.

Enfin l'image des empreintes plantaires permet l'étude de la topographie des orteils, éventuellement d'une rétraction en griffes (disparition de l'empreinte des orteils).

Mais ces images ne permettent aucune mensuration, ni classification précise.

b) L'angle d'ouverture de l'avant-pied

C'est un angle intéressant à mesurer puisque l'on sait qu'un metatarsus varus du premier rayon accompagne l'hallux valgus, et que sa réduction est un élément important de la cure chirurgicale de l'hallux valgus.

Cette mesure a été effectuée sur 31 clichés ; ce groupe de 31 clichés peut être divisé en trois séries; les résultats sont exprimés au tableau VII ;

- la première série est composée de 20 pieds dont l'avant-pied ne présente pas d'hallux valgus et n'est pas cliniquement étalé ; la valeur moyenne de l'angle d'ouverture de l'avant-pied normal est de 20°5 avec des valeurs extrêmes de 16° et 27°.
- la seconde série est composée de 6 pieds possédant un avant-pied cliniquement "étalé" sans hallux valgus ; la valeur moyenne de l'angle d'ouverture de l'avant-pied dans cette série est de 30° avec des valeurs extrêmes de 26° et 34°.
- la troisième série est composée de 5 pieds porteurs d'un hallux valgus avec avant-pied triangulaire ; la valeur moyenne de l'angle d'ouverture de l'avant-pied dans cette série est de 27° avec des valeurs extrêmes de 26° et 29°.

T A B L E A U V I I

ANGLE D'OUVERTURE DE L'AVANT-PIED

I - PIEDS NORMAUX

N° de l'observation	angle mesuré	N° de l'observation	angle mesuré	N° de l'observation	angle mesuré
6	23°	I6	I9°	32	2I°
7	23°	20	20°	33	24°
8	23°	22	I6°	34	20°
I0	25°	25	2I°	35	I9°
I2	25°	27	26°	36	22°
I3	26°	28	27°	37	2I°
I5	22°	30	I9°		
				moyenne	20°5

2 - AVANT-PIED "ETALE"

N° de l'observation	angle mesuré
3	28°
4	26°
5	26°
9	3I°
2I	34°
23	33°
moyenne	30°

3 - AVANT PIED TRIANGULAIRE AVEC HALLUX VALGUS

N° de l'observation	angle mesuré
II	26°
I8	28°
I9	26°
24	29°
3I	26°
moyenne	27°

Ainsi on peut dire que la valeur normale de l'angle d'ouverture de l'avant-pied est de 20° ; cet angle est franchement pathologique au-dessus de 26°.

IV - LE PODOMETRE

Au terme de cette étude en ne gardant que les mesures qui nous ont paru les plus valables pour chacun des trois clichés, on peut dire que la statique d'un pied radiographié selon la méthode des trois clichés est normale si les trois expressions suivantes sont respectées :

Cliché frontal	(I)	(EV/EI)x 100	compris entre 60 et 70
cliché sagittal	(2)	angle au sommet de l'arche interne	compris entre 120°5 et 128°5
cliché horizontal	(3)	angle d'ouverture de l'avant-pied	inférieur à 26°

Mais effectuer pour chaque film toutes les mesures possibles et proposées, dépasse souvent les possibilités de la clinique ou de la consultation ; c'est pourquoi, sur la suggestion du Dr. A. Djian, et en nous inspirant du principe du coxomètre du Dr. Lequesne, nous proposons l'emploi d'un podomètre pour une lecture immédiate des clichés.

Ce podomètre est une feuille transparente (calque ou support radiographique) sur laquelle sont reproduites

graphiquement les trois inégalités qui régissent la statique du pied.

Reproduire graphiquement les valeurs physiologiques et pathologiques des angles (angle au sommet de l'arche interne et angle d'ouverture de l'avant-pied) est chose facile.

Plus difficile est la traduction graphique de la première expression ; nous proposons la construction de la figure 9 ;

- sur ce schéma, les petites lignes verticales e et i servent à centrer le podomètre sur les limites latérales e et i de la poulie astragalienne ;
- il suffit d'amener le point E du cliché (extrémité interne du repère métallique externe au contact du talon) sur la ligne E du podomètre en choisissant l'horizontale qui se confond le mieux avec le plan d'appui du talon ;
- la lecture se fait en repèrant le point I du cliché (extrémité esterne de l'image de l'index métallique interne) : si ce point se trouve dans la zone hachurée, le rapport (EV/EI)x 100 est compris entre 60 et 70, l'axe de l'arrière-pied est dans les limites de la normale.

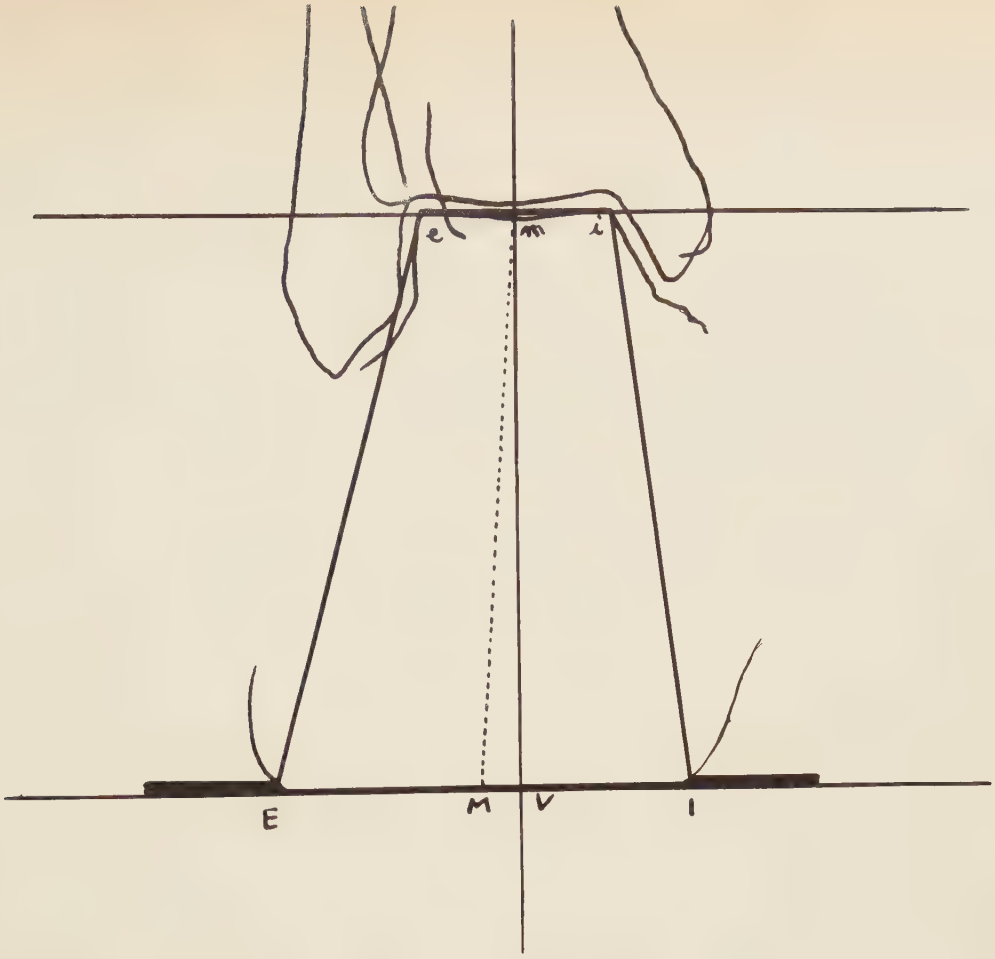
Ainsi le "podomètre" (fig. 10) permet par simple lecture des trois clichés effectués selon la méthode exposée, de connaître la statique du pied examiné. L'étude des pied-limites et du mécanisme d'une désaxation de l'arrière-pied demande en outre le tracé sur calque des constructions proposées.

oOo

1 - Cliché frontal - Image normale

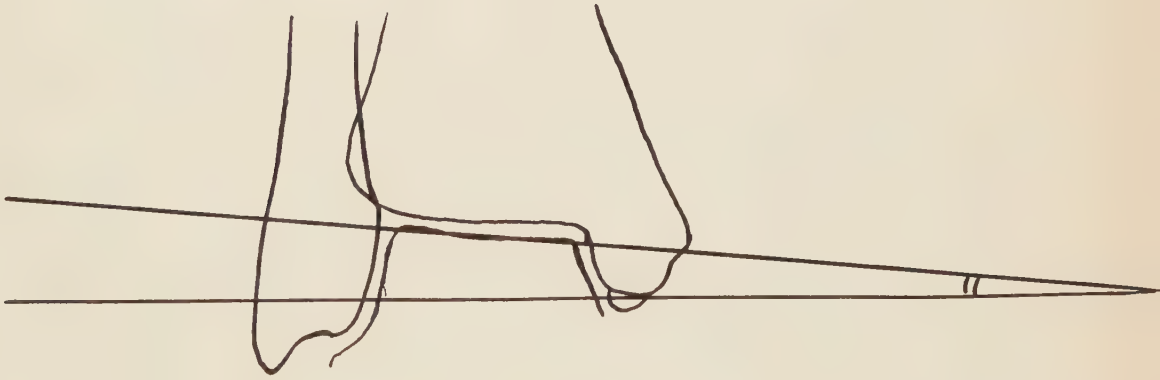
2 - Cliché horizontal avec empreinte - Image normale - avant-pied étalé.

3 - Cliché sagittal - Image normale.



MENSURATIONS DU CLICHE FRONTAL

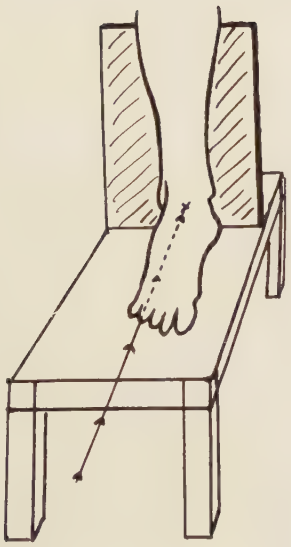
Fig. 1



INCLINAISON DE LA TIBIO_TARSIENNE

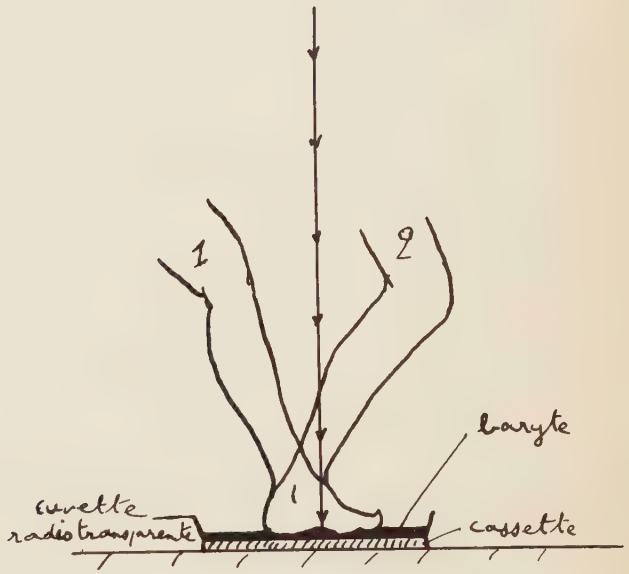
Fig. 2

Fig. 3 Cliché frontal : centrage



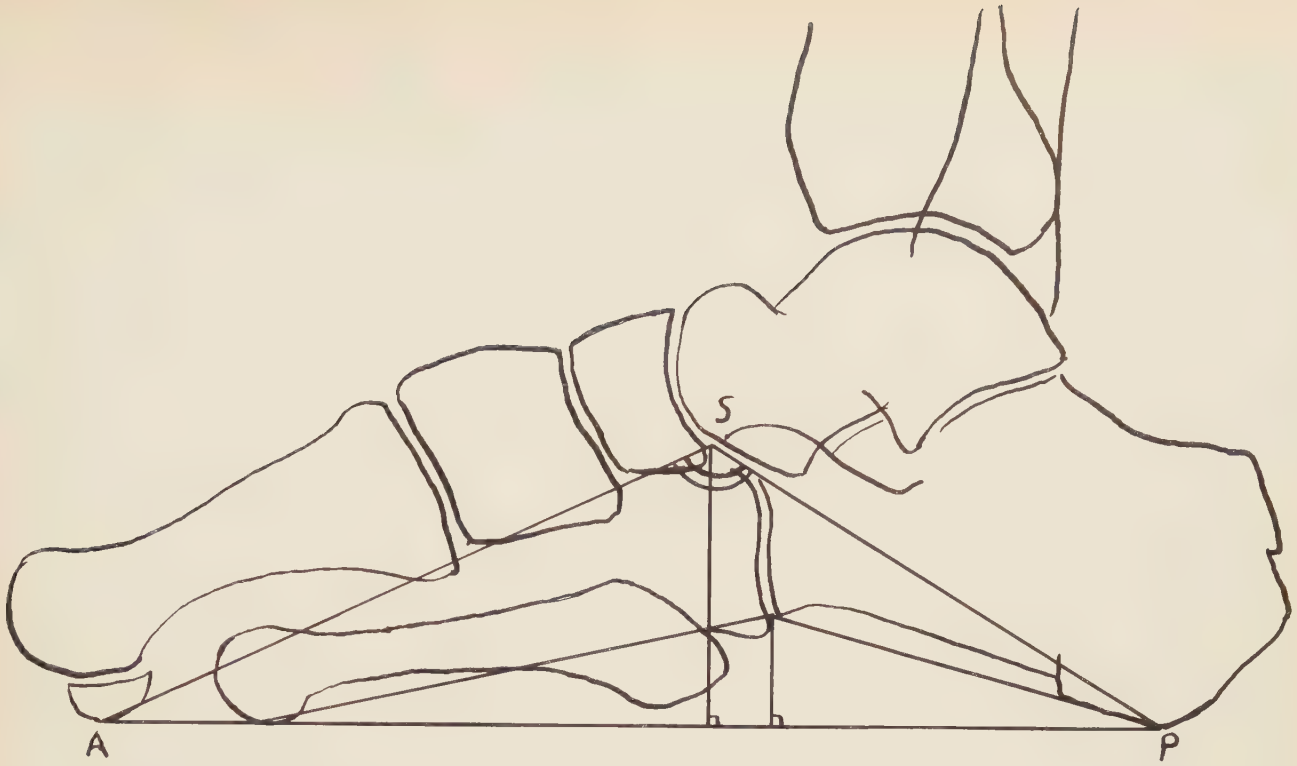
Cliché frontal :
centrage

Fig. 3 bis



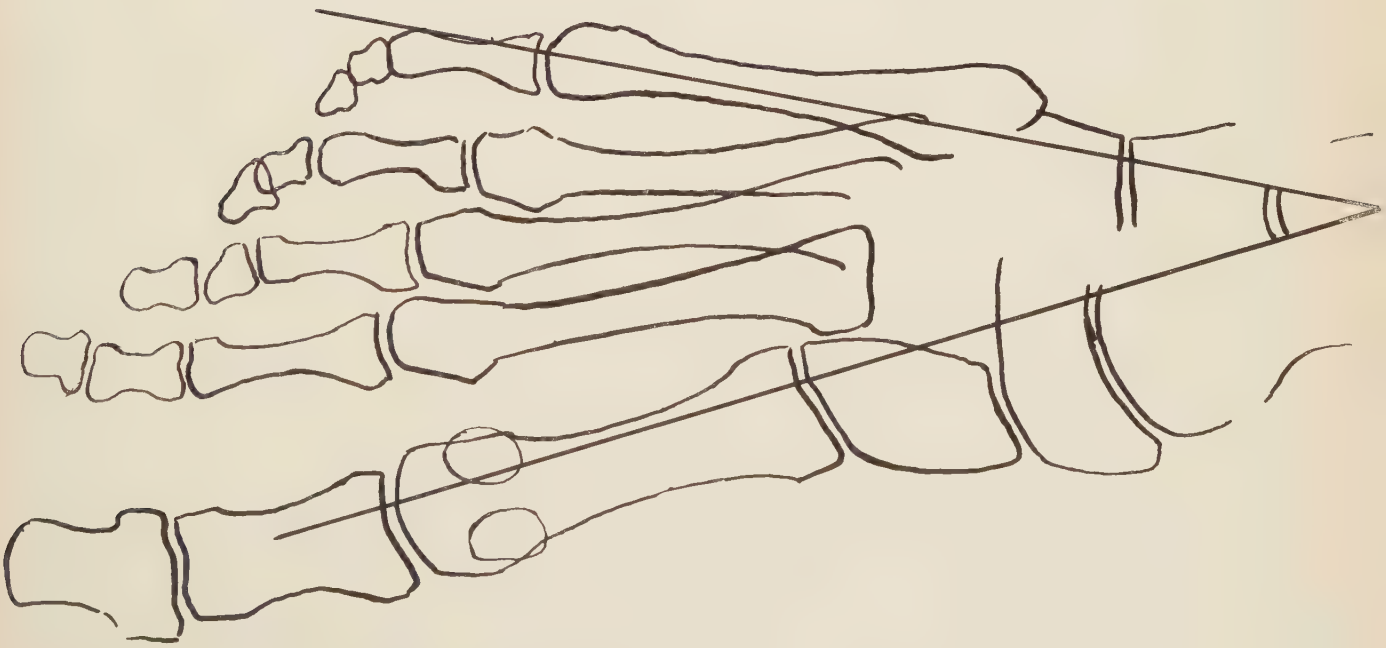
Cliché horizontal :
deux expositions successives

Fib. 4



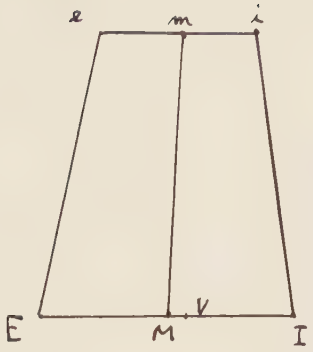
MENSURATIONS DU CLICHE SAGITTAL

Fig. 5

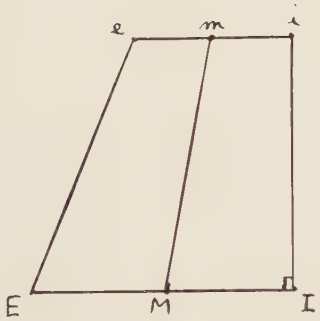


ANGLE D'OUVERTURE DE L'AVANT_PIED

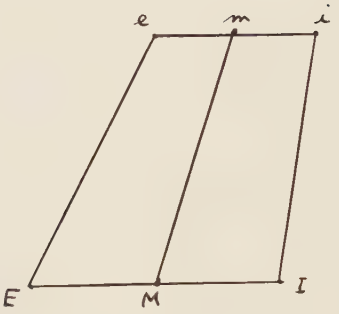
Fig. 6



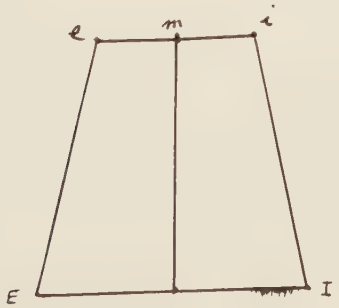
a - Statique normale



Valgus discret



c - Valgus important



d - Varus

MORPHOLOGIE DU QUADRILATERE D'APPUI DE L'ARRIERE_PIED

Fig. 7

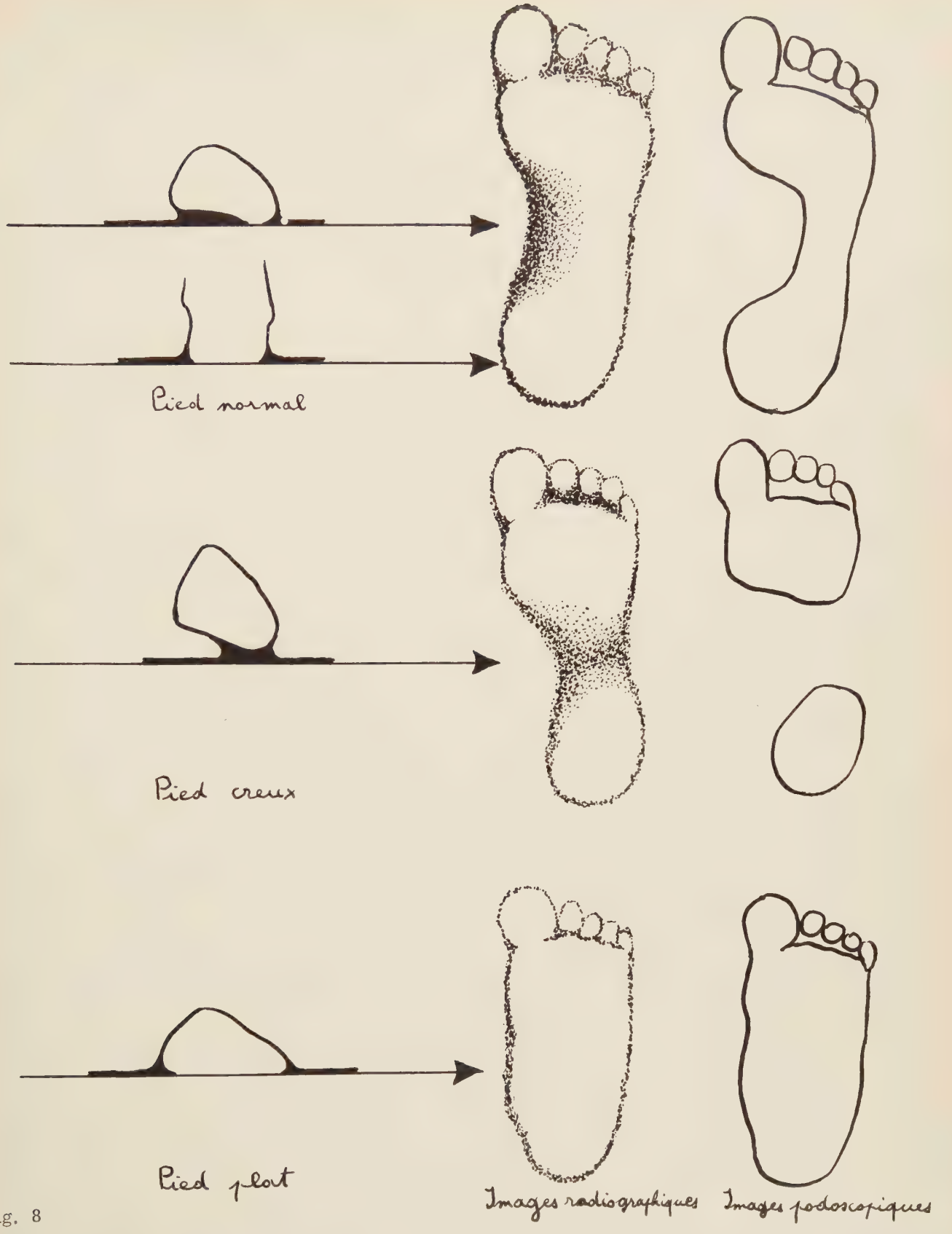
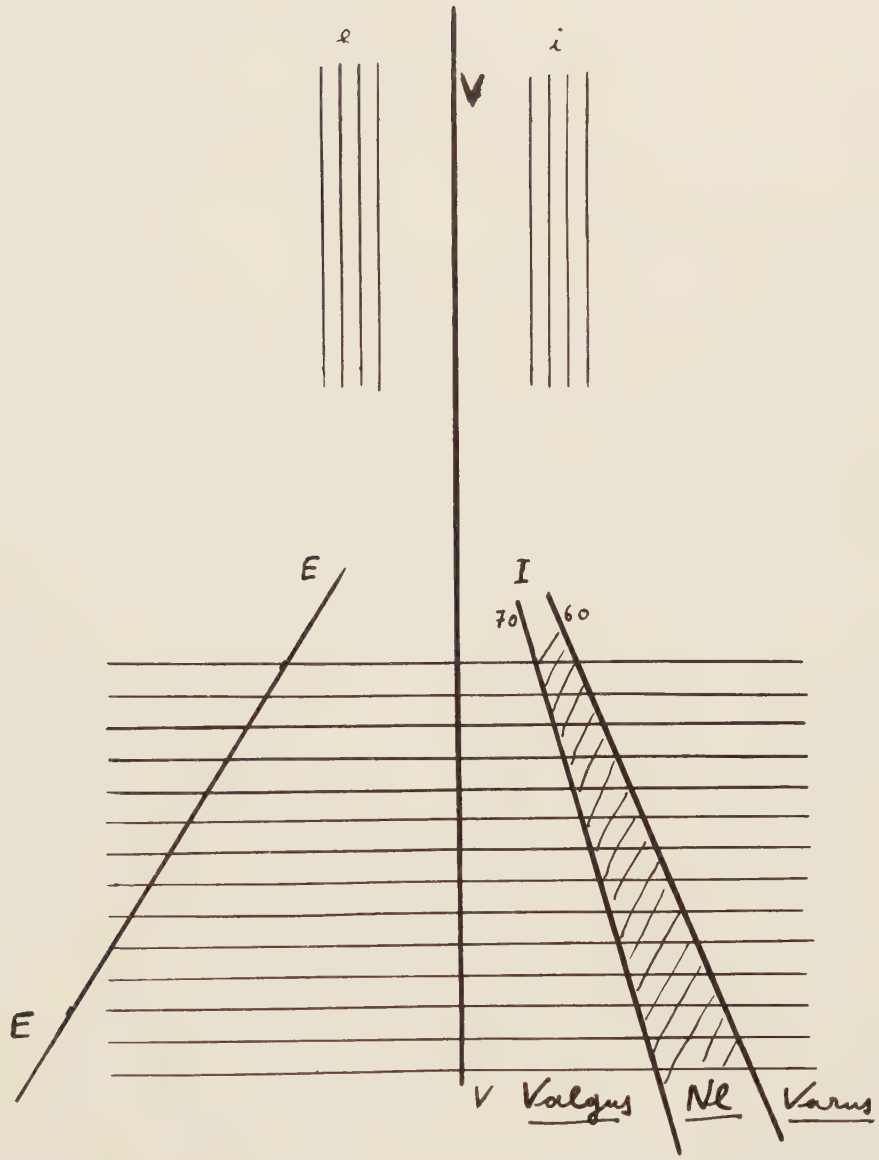


Fig. 8

a - VUES EN COUPE

b- EMPREINTES PLANTAIRES



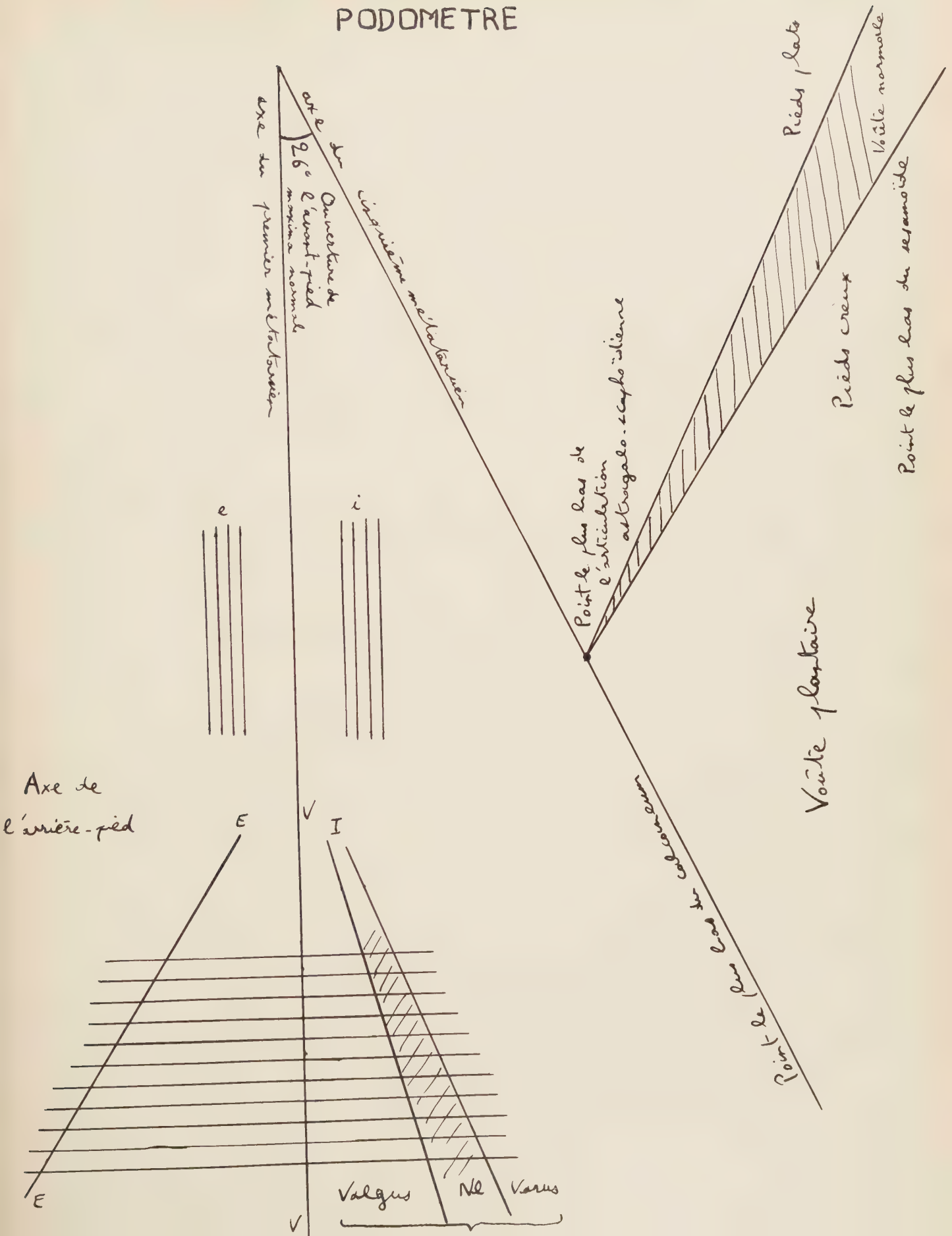
REPRESENTATION GRAPHIQUE DE L'EXPRESSION

$$60 < (EV/EI) \times 100 < 70$$

Fig. 9

Fig. 10

PODOMETRE



C O N C L U S I O N S

I Nous proposons une méthode radiologique d'exploration statique du pied obéissant aux impératifs de l'examen radiologique de toute région soumise à des pesées statiques.

2 Une exploration parait la mieux adaptée : c'est la méthode des trois films debout du pied et de la cheville :

- cliché frontal de la tibio-tarsienne de face en repérant l'appui cutané talonnier grâce à deux repères métalliques ;
- cliché sagittal : profil interne du pied et de la cheville en charge ;
- cliché horizontal : "pied total de face" selon la méthode à foyer fixe, l'empreinte plantaire pouvant être dessinée grâce à la baryte.

3 Les mensurations pratiquées sur des pieds douloureux statiques cliniquement définis et sur des pieds non douloureux ont conduit à retenir certains critères qualitatifs ou chiffrés en raison de leur constance, de leur fidèlité et de leur concordance avec la clinique. L'exploitation de ces critères par des constructions géométriques simples, permet une évaluation précise

et chiffrée des troubles statiques du pied.

4 Parmi les critères qualitatifs, les plus fidèles sont :

- sur le cliché frontal, l'appréciation de la forme du quadrilatère d'appui de l'arrière-pied ;
- sur le cliché sagittal, l'appréciation de la morphologie de l'arche interne ;
- sur le cliché horizontal, l'étude de l'image de l'empreinte plantaire, cernée par une couche mince de gélobarine.

5 Parmi les critères chiffrés, les plus fidèles sont :

- sur le cliché frontal, le calcul du rapport (EV/EI)x 100 ; ce rapport croit en valgus et décroit en varus ; aussi ses valeurs physiologiques varient de 60 à 70 ;
- sur le même cliché, la mesure de l'inclinaison de l'axe radiologique de l'arrière-pied sur la verticale dont les valeurs physiologiques sont comprises entre 4° et 8° de valgus ;
- sur le cliché sagittal, le rapport (fx100/b) de l'arche interne proposé par Renotte, Leroux et Colette, dont la valeur dépasse 28 dans les pieds creux, est inférieur à 22 dans les pieds plats ;
- sur le même cliché, l'angle au sommet de l'arche interne dont les valeurs physiologiques vont de 120°5 à 128°5 ;
- sur le cliché horizontal, l'angle d'ouverture de l'avant-pied qui est normalement inférieur à 26°.

6 L'étude de ces mesures podométriques s'est montrée particulièrement fructueuse dans l'étude du rôle des désaxations sus-jacentes dans le déterminisme de certaines déviations axiales de l'arrière-pied , et des méca-

nismes compensateurs qui se produisent alors, dans certains cas, au niveau de l'arrière-pied.

7 Il parait possible à partir des mesures proposées de prévoir l'utilisation d'un "podomètre" facile à réaliser permettant l'appréciation rapide des principales coordonnées statiques su pied.

oOo

Vu, le Président de Thèse :

Professeur S. de SEZE

Vu, le Doyen de la Faculté :

Professeur G. BROUET

Vu, et permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris

Jean ROCHE

EDITIONS A.G.E.M.P.
8 RUE DANTE
- PARIS V[e] -
ODÉ 58-90